

道路工程施工质量缺陷与有效防治分析

唐亚平 王士全 郑昊宇 张子阳

北京市市政三建设工程有限责任公司

摘要：道路施工中质量缺陷造成大面积渗水和路面塌陷，直接影响道路使用年限。路病害比例增加，随之造成严重的道路使用事故，严重影响道路工程总体验收质量。为此，结合道路工程项目的施工经验，分析了道路工程中路面、排水、混凝土施工质量缺陷成因，提出了加强碎石基层厚度均衡性控制，规避恶劣气候环境下施工并加强养护，提高路面横向排水性能并严控分层回填厚度，合理配比水灰和骨料并严控振捣时间，选择细度均衡且符合工况的砂石提高浆体密实度等建议。旨在提高道路使用寿命，改善道路工程项目的整体验收质量。

关键词：道路工程；施工技术；质量缺陷；防治措施

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.01.059

影响道路工程质量的因素很多，施工过程中也多有质量缺陷问题，有效防治施工质量缺陷，是延长道路使用寿命的重要前提^[1]。加强道路工程施工质量，应做好前期备料与现场勘察，在施工中加强监管对接与技术交底，在竣工验收及核验复查时严格执行前期设计标准。然而即便如此，仍然很难避免路面、排水、混凝土等等方面的质量缺陷，不仅影响到路面美观和通行舒适，更是极大缩短了路面使用年限。因而为了提高道路工程施工质量，深入探究普遍施工质量缺陷的成因，同时分析行之有效的防治措施是非常有必要的。

一、道路工程中普遍施工质量缺陷

（一）路面质量缺陷

路面质量缺陷主要有三种类型，分别为：不平、下沉、断裂。其一，路面不平是极为常见的质量缺陷，路面出现了坑洼、高低起伏、渐性凸起或凹陷，均对道路使用寿命产生直接影响。其二，路面下沉是最为严重的质量缺陷，有均匀下沉、不均匀下沉、局部下沉等情况^[2]。均匀下沉是整个路面在交付施工后，因为使用中大量行车和自然环境因素造成的路面沉落现象，一般不

影响道路正常使用。而不均匀下沉则是由于施工中路基回填土密实度低，或者后期施工中碾压不均匀所致。局部下沉主要是发生沉陷的部位周边建筑物或植被坑陷，当雨水侵蚀后该部位出现了集中沉陷的情况。其二，路面断裂通常是下沉带来的后果，混凝土受到高温或低温环境影响时，都会造成强度和抗拉性的变化，若路基或基层的结构强度较弱，下沉后会直接崩裂路面。路面断裂后未能及时修补则裂缝将持续扩大，雨水渗透和侵蚀的比例更高，所以危害性更大。

（二）排水施工质量缺陷

路面排水应在一定时间内排除在道路两侧，并通过路面横向坡度流向排水渠释放雨水对路的冲刷压力，避免行车道路或人行路面大范围积水。但是在施工作业中，由于路面横向坡度控制不到位，或者是管道渗水问题等质量缺陷，造成了施工严重的施工质量缺陷^[3]。道路表面雨水渗透形成机制，如图1所示。

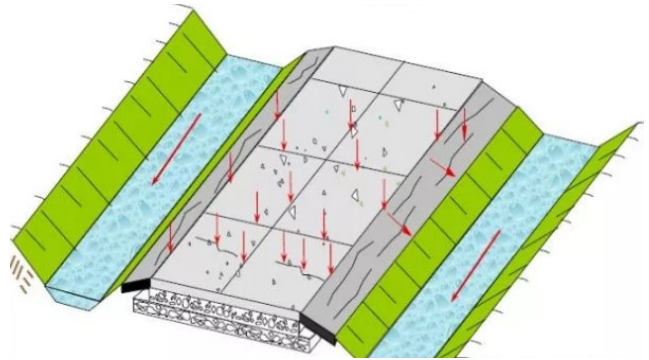


图1：道路表面雨水渗透形成机制

道路排水质量缺陷主要是由于排水管道渗水或承载力不够造成，对路基硬土层或软土层造成的侵蚀，以至于施工后路面出现不均匀下沉或局部下沉。有些道路施工过程中已经发现排水管道存在隐患，但是漏水点不易发现，才没有采取及时处置措施，最终发生了大面积塌陷或大范围沉降的严重施工事故。早期可能只是排水渠附近出现塌陷，但是伴随使用周期延长排水性能下降，对路面的侵蚀加剧造成的破坏性更大。

（三）混凝土施工质量缺陷

混凝土施工质量缺陷主要有三种常见问题，分别为：断板、起灰、起皮。首先，断板是混凝土施工后路面横纵及斜向多重角度出现的贯穿板断裂。发生类似问题，主要是混凝土浇筑后未能完全硬化，而直接开放了交通出行，在试用期或后期使用中混凝土面板折断，严重影响道路的正常使用寿命^[4]。其次，混凝土起灰是一种路面粉化现象，路面泛白且多伴有漏石或起砂的情况，路面强度和韧性极差，严重破坏了道路使用周期和美观性。因混凝土表粉化造成大面积渗水，更会破坏道路混凝土的耐久性和耐磨性，严重损耗道路使用年限。最后，混凝土起皮表现为路面出现浮浆层，通常情况下在振捣混凝土分层后，基层与表面分离，从而出现了起皮现象。

二、针对普通道路工程施工质量缺陷的有效防治措施

（一）加强碎石基层厚度均衡性控制

路面不平或下沉，多与碎石基层不均匀有关，严重时造成断裂。而碎石基层厚度不均衡，多与路槽表面和底基层的施工标准不到位存在必然联系，因为高程超标而未能及时发现，具体工序中才会产生下料不准的问题。施工阶段也有可能因为摊铺碎石所选用的钢丝受力不均衡，受到外力拉扯变形，施工人员摊铺碎石的作业中找平参照物不准，所以施工误差较大。其中也有人为因素干扰，如松铺系数控制不到位，碎石基层的厚度就很难控制，后期雨水侵蚀严重，所以最终出现了路面下沉问题。预防上述质量缺陷问题，必须在实际具体工序中加强施工作业监管，监理人员严格验收路槽表面和底基层施工质量，严控碎石铺平作业中的质量缺陷。尤其应设立标准参照以确保施工误差控制在合理范围之内。为避免出现因钢丝预设位置不准的问题，应要求施工人员在铺设钢丝时严格按照设计高程来复查，重视实验阶段的验收工作，加强松铺系数的有效控制，达到高质量验收和高质量施工的严控效果。

（二）规避恶劣气候环境下施工并加强养护

路面出现下沉或断裂问题时，道路早期表面多会出

现网状、条状、环状，甚至是毫无规律的不均匀裂纹。早期裂纹虽然只是影响到道路美观性，但是伴随使用周期延长，雨水渗透形成大面积侵蚀，最终路面断裂或下沉等质量缺陷将持续加剧。上述问题主要是受到施工环境温度不稳定的影响，而且多存在保养不到位的问题。建议施工阶段规避炎热高温天气和低温环境，若遇到暴雨或暴风等极端气候，必须用公布对已经完成初步施工作业的路段加以覆盖保护，避免出现环境因素干扰造成的质量缺陷问题^[5]。浇筑施工后应及时检查路面施工质量，若出现明显手按痕迹，则需要及时修补并通过覆盖保护促使路面材料在恒温状态下稳定凝聚。路面养护阶段还需专门设立检查岗位，负责观察路面湿润度和平整度，可以适当少量洒水达到养护效果，确保道路表面湿润即可。需要特别强调的是养护漏盖问题，尤其在空气干燥且炎热的夏季，漏盖造成局部路面暴露，受到阳光直接照射，所以裂纹才会凸显出来。施工过程中要求施工人员严格执行作业标准，前后路段必须采取同等比例的混合料对路面凹陷找平，以此来强化施工规范，避免出现因用料不准造成的质量缺陷。

（三）提高路面横向排水性能并严控分层回填厚度

在路堤较高的情况下，道路边坡若未做防护，则容易造成路面水流覆盖或冲刷，道路横向坡面不均衡，没能沿路肩外侧边缘排出，所以才会造成路面汇集雨水，泄水口或急流槽排离路堤的雨水量偏小，没能缓解路面雨水冲刷带来的侵蚀。预防此类质量缺陷问题，可以设计水泥混凝土预制块拦水带，但是必须防止预制块影响道路表面排泄。拦水带顶面应高于过水断面和最大水深高度，以此来增强道路横向坡面的排水性能，同时缓解路面雨水冲刷造成的侵蚀。

若在雨水井或检查井附近出现了路面接缝塌陷，则有可能是施工中井背宽度未达标，或者是回填夯实效果欠佳。当压实度检查不到位，排水口附近出现塌落在所难免。为避免接缝塌落影响道路质量，为避免排水管道渗漏造成施工质量缺陷，应加强针对道路分层回填厚度的有效控制。如利用灰泥进行中等井背缝隙（宽 $\leq 50\text{mm}$ ）充填处理，并将分层回填厚度控制在 $\geq 100\text{mm}$

范围内。从而通过回填处理来控制接缝密实度，避免排水口附近出现塌陷问题。分层回填作业中，每次回填都应当仔细观察排水管道的受力情况，避免因人为失误对管道四周造成破坏，防止施工后期严重的渗水事故。进而在提高路面横向排水性能和严控分层回填厚度的前提下，进一步规避排水施工质量缺陷。

（四）合理配比水灰和骨料并严控振捣时间

出现混凝土断板现象，主要是因为混凝土内部拉应力弱，路基不平造成沉降，也有混凝土在昼夜温差变化下产生的变化情况。施工前必须做好现场勘察，确保混凝土周边建筑物或桥涵不对路基产生外力牵引，填挖交界处的所有路段必须重新摊铺和碾压，以确保施工路段的平整度和抗拉性。在昼夜温差较大的情况下，混凝土路面初凝后还需加盖工布改善保温效果，尤其不能使用冷水直接养护，否则路面受到冷热刺激内部温差太大结构变形的风险加剧。尤其在施工过程中，还需要控制好切缝的时间，以不蹦出石子为准，确保混凝土内部结构抗拉应力充分释放在切缝端，从而强化混凝土强度。

混凝土起皮现象主要是因为水灰比过大，或者是骨料含泥量过大，也有可能是受潮结块。通常浇筑时私自加水调整坍落度，或者振捣时造成离析或泌水，都有可能引发局部起皮的现象。因此，有效预防混凝土起皮问题，需要合理搭配混凝土配比，应进一步提高拌合物的粘聚性和保水性。但是即便在原材料质量合格的前提下，也要结合工况减少泌水和坍落度。养护阶段可以适当洒水湿润，而不能大面积洒水，避免积水造成渗漏侵蚀。振捣时应控制好时间和力度，避免漏振和过振对混凝土黏度造成影响，振捣后及时抹面。

（五）选择细度均衡且符合工况的砂石提高浆体密实度

混凝土起灰原因很多，混凝土表层水灰比较高时，含砂泥等杂质较多，内部结构密实度不够，表层的水化产物未能紧密搭接，以至于混凝土强度不达标。尤其混凝土用水量超标，或者减水剂占比太大，均会产生泌水问题，最终导致混凝土起灰。在施工作业中，也有砂细砂模数偏大颗粒较粗的问题，混凝土掺合料颗粒太粗，

在施工后就会出现水泥凝结时间延长的问题。当细度过高或面积过小时，颗粒级配也并不适应，所以间接加大了混凝土泌水量，混凝土表面水灰比不达标。振捣过度也会造成骨料下沉，那么浆体表面浮浆或泌水严重时，便会出现起灰现象。若混凝土未能及时硬化，随即开始洒水收面，加之受到雨水冲刷，路面混凝土浆体流失严重，后期便会出现起灰的问题。预防上述问题，应适当提高浆体密实度，同时选择细度均衡且符合工况的砂石，根据外界气温变化情况来调节水灰比，严格控制砂石含泥量。尤其要严控过度振捣，确保抹面工序可以适当增加道路表面的密实度。洒水养护中也要时刻关注外部天气环境的变化情况，控制洒水的数量和次数，避免表面未凝结混凝土大量流失。施工监管严禁私自加水，且应选择低坍落度来控制混凝土泌水，提高混凝土硬度和表面强度。

结论

最后，建议在道路工程项目的具体施工环节中，加强碎石基层厚度均衡性控制，规避恶劣气候环境下施工并加强养护，提高路面横向排水性能并严控分层回填厚度，合理配比水灰和骨料并严控振捣时间，选择细度均衡且符合工况的砂石提高浆体密实度。从而有效防治路面、排水、混凝土等施工质量缺陷，提高道路使用寿命，改善道路工程项目的整体验收质量。

参考文献

- [1] 邢东起. 市政道路工程施工过程质量缺陷预防及治理[J]. 中国建筑金属结构, 2022(05): 120-122.
- [2] 曾权仁. CRTS II型板式无砟轨道施工质量缺陷综合处治技术[J]. 铁道建筑技术, 2020(10): 152-156.
- [3] 张军. 市政道路桥梁工程施工质量缺陷成因及防治措施[J]. 居舍, 2020(16): 93-94.
- [4] 高建平, 钟丹. 浅谈市政道路工程沥青混凝土施工质量缺陷及采取的预防措施[J]. 四川水力发电, 2016, 35(S2): 120-121.
- [5] 哈斯也提·阿西木. 谈城市道路工程施工质量缺陷处理——以和田市塔乃依南路为例[J]. 和田师范专科学校学报, 2009, 28(05): 215-216.